

Overvåking av  
Kalvatnet  
1997

R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

**Rådgivende Biologer AS**

**325**





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

Overvåling av Kalvatnet 1997

**FORFATTER:**

Dr.philos. Geir Helge Johnsen

**OPPDRAGSGIVER:**

Gjersdal Settefisk as., ved Torstein Gjersdal, Storhagen 1, 6100 Volda

**OPPDRAGET GITT:**

Mai 1997

**ARBEIDET UTFØRT:**

1997

**RAPPORT DATO:**

14.februar 1998

**RAPPORT NR:**

325

**ANTALL SIDER:**

13

**ISBN NR:**

ISBN 82-7658-186-2

**EMNEORD:**

- Innsjøundersøkelse
- Smoltproduksjon i merder
- Resipientvurdering

**SUBJECT ITEMS:**

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843667082  
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75

## FORORD

I forbindelse med Gjersdal Settefisk sitt merdanlegg i Kalvatnet har Rådgivende Biologer as. vært ansvarlig for gjennomføring av en overvåking av miljøkvaliteten i innsjøen i 1997. Det gjennomførte opplegg baserer seg på en befaring til innsjøen 21.august 1997, samt også på innsamlete prøver foretatt av oppdretter etter vår anvisning.

Opplegget og innholdet i overvåkingen er utført i henhold til SFTs opplegg for overvåking av vannkvalitet i innsjøer (SFT 1993). Gjersdal Settefisk as har drevet sitt merdanlegg i Kalvatnet siden 1978, og dette er den første undersøkelsen av miljøkvalitet i innsjøen.

De vannkjemiske analysene gjennomført i forbindelse med denne undersøkelsen er utført av Chemlab Services as, mens algeprøvene er analysert av cand.real. Nils Bernt Andersen.

Rådgivende Biologer as. takker Gjersdal Settefisk as. ved Torstein Gjersdal for oppdraget.

Bergen, 14.februar 1998

## INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord . . . . .	2
Innholdsfortegnelse . . . . .	2
Sammendrag og konklusjon . . . . .	3
Nedslagsfeltet til Kalvatnet . . . . .	4
Beskrivelse av Kalvatnet . . . . .	6
Tilstanden i Kalvatnet i 1997 . . . . .	8
Vurdering av tilstand og resipientkapasitet . . . . .	10
Litteratur . . . . .	11
Vedleggstabell . . . . .	12

## SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

JOHNSEN, G.H. 1998

*Overvåking av Kalvatnet 1997*

*Rådgivende Biologer as. Rapport nr 325, 13 sider. ISBN 82-7658-186-2.*

Rådgivende Biologer as. har, på oppdrag fra Gjersdal Settefisk as. gjennomført en resipient- og tilstandsbeskrivelse av Kalvatnet i 1997. Undersøkelsen er utført ved at oppdretter selv har samlet inn vannprøver gjennom sommeren, samtidig som det er foretatt en åstedsbefaring 21.august 1998.

### **KALVATNET**

Kalvatnet ligger i Austefjordvassdraget og har et nedslagsfelt på hele 77 km<sup>2</sup>, som for det meste består av høytliggende fjellområder med en spesifikk avrenning på mellom 60 og 80 liter /km<sup>2</sup> / sekund (NVE 1987). Kalvatnet ble opploddet og innsjøen har et overflateareal på 0,8 km<sup>2</sup> og et samlet volum på nærmere 20 millioner m<sup>3</sup>. Med en årlig tilrenning på 155 millioner m<sup>3</sup>, gir dette en gjennomsnittlig vannutskiftingstid på 46 dager, eller nærmere 8 ganger årlig.

### **TILSTAND 1997**

Kalvatnet hadde en meget god vannkvalitet i 1997, og for alle undersøkte forhold ble tilstanden klassifisert til beste klasse I = ”god” i SFTs vurderingssystem for vannkvalitet i ferskvann (SFT 1992). Innsjøen er dermed næringsfattig og tilnærmet ”forventet naturtilstand”. Kalvatnet er med andre ord ikke synlig påvirket av tilførsler fra verken kloakk, landbruksavrenning eller fra fiskeanlegget.

### **RESIPIENTVURDERING**

Med en teoretisk grense for akseptable tilførsler av næringsstoffet fosfor på 2,2g fosfor / m<sup>2</sup>, har Kalvatnet med dagens tilstand en gjenværende resipientkapasitet på 45%. Dette tilsvarer 800 kg fosfor årlig. Selv med en slik økning i tilførsler, vil innsjøens tilstand ikke overskride SFTs tilstandsklasse II = ”mindre god”, hvilket er ført som grense for ønsket miljøkvalitet i innsjøer i forbindelse med utslippsløyve fra tilsvarende oppdrettsanlegg i innsjøer. Innsjøens resipientkapasitet med hensyn på tilførsler av organisk materiale er meget god.

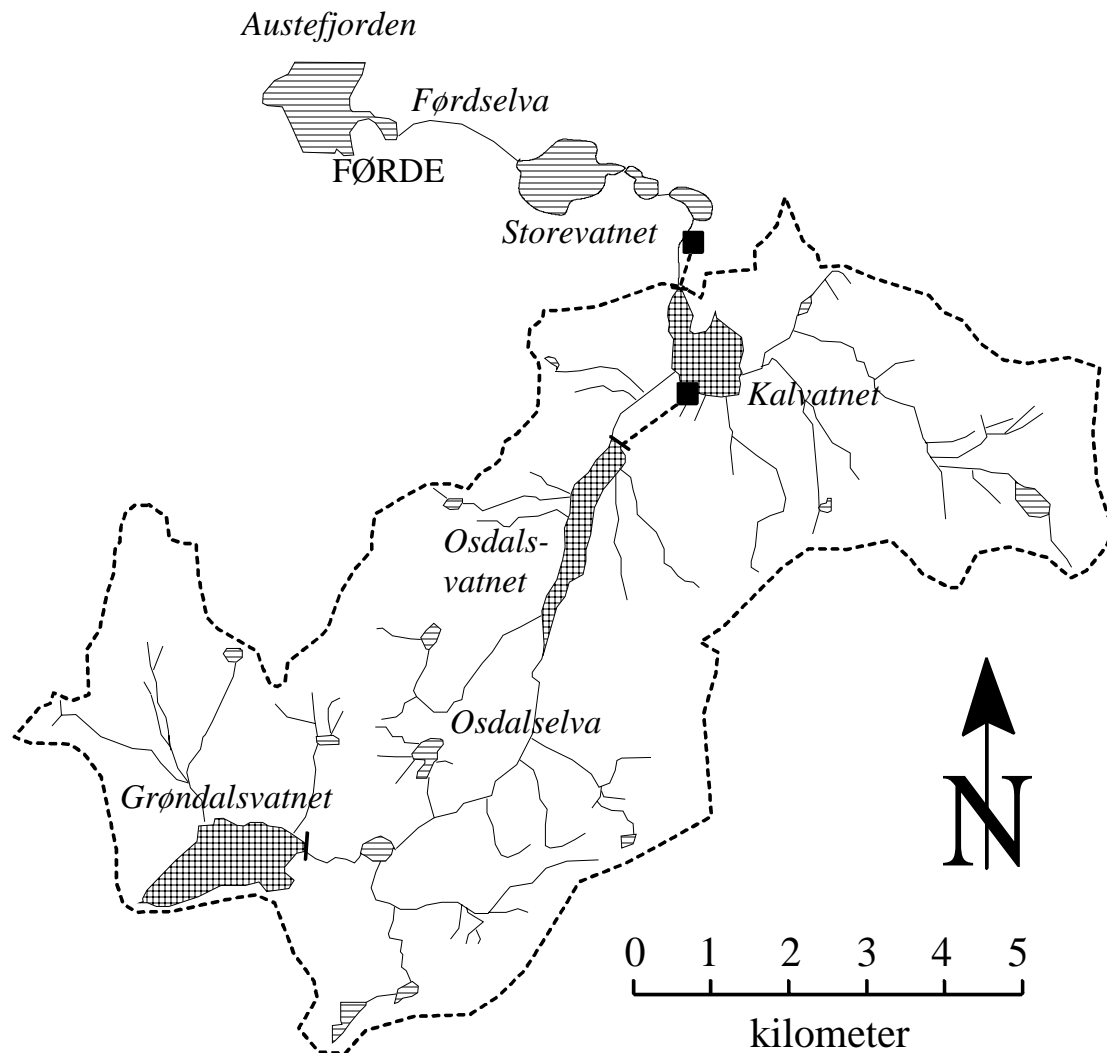
### **KONKLUSJON**

Ut fra de foretatte resipientvurderinger er det ikke noe i veien for at det kan foretas en betydelig utvidelse av produksjonen ved anlegget. Anlegget bør da imidlertid plasseres over større dyp enn der det ligger i dag.

En utvidelse av dagens konsesjonsramme på 50.000 sjøklar settefisk årlig bør også sees i sammenheng med en total utskifting av anlegget. Anlegget er i dag gammelt og relativt nedslitt, og risikoen for at det skal forekomme et havari ved deler av anlegget i forbindelse med for eksempel isgang, er absolutt tilstede.

## NEDSLAGSFELTET TIL KALVATNET

Kalvatnet ligger i Austefjordvassdraget og har et stort nedslagsfelt på hele 77 km<sup>2</sup> (figur 1). Dette består for det meste av høytliggende fjellområder med en spesifikk avrenning på mellom 60 og 80 liter /km<sup>2</sup> / sekund (NVE 1987). Det er lite fast bosetting i de øvre deler av feltet, mens det ligger en del bebyggelse med tilhørende landbruksaktivitet like øst for innsjøen.



*FIGUR 1: Oversiktskart over Austefjordvassdraget med nedslagsfeltet til Kalvatnet. Regulerte innsjøer er markert med kryss-skravering, de to kraftverkene med svarte firkanter og kraftverkstunnelene med stiplede linjer.*

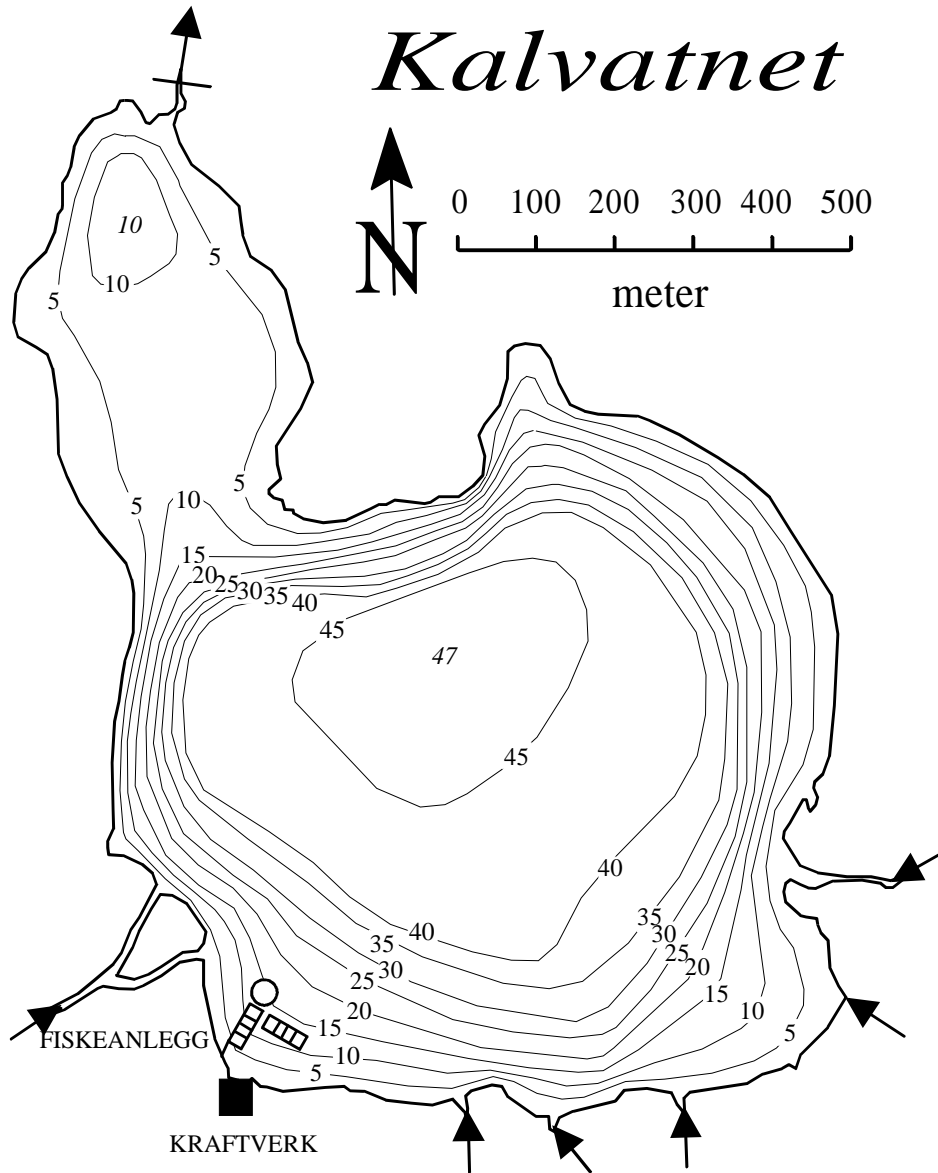
Vassdraget er sterkt regulert, og konsesjon ble gitt allerede 1. september 1922. De tre største innsjøene er demmet opp (tabell 1). Kopa kraftstasjon, som tar vannet fra Osdalsvatnet, har en fallhøyde på 82 meter og ligger ved Kalvatnet like ved fiskeanlegget. Tilsammen 125 millioner m<sup>3</sup> vann slippes gjennom dette kraftverket årlig, mens vann fra ytterligere 15,2 km<sup>2</sup> renner til innsjøen. Det gir en årlig tilrenning til Kalvatnet på omtrent 155 millioner m<sup>3</sup>. Vannet fra Kalvatnet benyttes så i Kolfossen kraftverk, som har en fallhøyde på 45 meter, og kan nytte 2 millioner m<sup>3</sup> av volumet i Kalvatnet (de øverste tre metrene) i sin produksjon i tillegg til den årlige tilrenningen på 155 millioner m<sup>3</sup>.

*TABELL 1: Regulerte innsjøer i Austeffjordvassdrage med tilhørende nedbørsfelt. For Kalvatnet er samlet nedslagsfelt angitt med uregulert felt vist i parentes.*

MAGASIN	HRV moh.	LRV moh.	FELT km <sup>2</sup>
Grøndalsvatnet	42	414	13,0
Osdalsvatnet	157	145	40,8
Kalvatnet	70	67	77,0 (15,2)

## BESKRIVELSE AV KALVATNET

Kalvatnet ble opploddet ved befaringen 21. august 1997. Innsjøen har et overflateareal på 0,8 km<sup>2</sup> og et samlet volum på nærmere 20 millioner m<sup>3</sup> (vedleggstabell 1). Med en årlig tilrenning på 155 millioner m<sup>3</sup>, gir dette en gjennomsnittlig vannutskiftingstid på 46 dager, eller nærmere 8 ganger årlig.



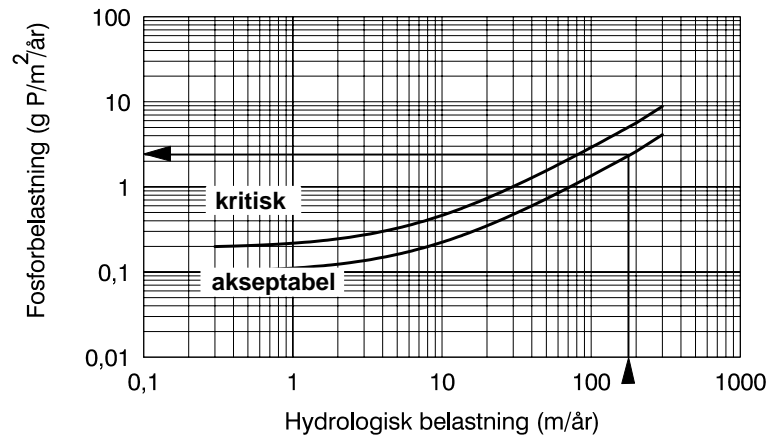
FIGUR 2: Dybdekart over Kalvatnet, basert på opplodding utført ved befaringen 21. august 1997.

### TEORETISK TÅLEGRENSE FOR NÆRINGSTILFØRSEL

Innsjøers teoretiske tålegrense for næringstilførsler kan beregnes ut fra to forskjellige tilnæringsmåter. Den ene er utviklet av Vollenweider (1976) og tar utgangspunkt i innsjøens vannutskiftingsrate i forhold til innsjøarealet. Hydrologisk belastning (årlig tilrenning / innsjøareal) for Kalvatnet er på 191 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/år (=m/år)(figur 3). Dette betyr at innsjøens grense for akseptable tilførsler er på 2,2 g fosfor/m<sup>2</sup>/år, eller 1,8 tonn fosfor årlig, uten at innholdet av fosfor i innsjøen vil overstige 10 : g P/l.



FIGUR 3: Vollenweider-diagram for vurdering av Kalvatnets tålegrense for tilførsler av næringsstoffet fosfor.



### OPPDRETTET

Gjersdal settefisk as. har drevet smoltproduksjon i et merdanleg i innsjøen siden 1978. Anlegget har hele tiden hatt en konsesjonsramme på 50.000 sjøklar settefisk årlig. Med antatt salg av 70 grams smolt, vil dette bety at anlegget har konsesjon på produksjon av under 4 tonn fisk årlig.

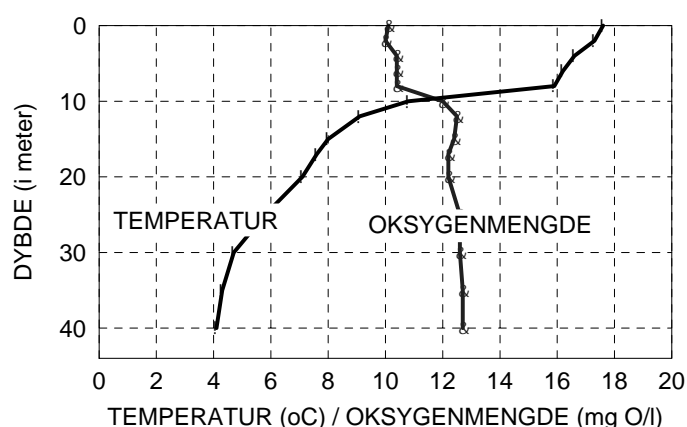
## TILSTANDEN I KALVATNET 1997

I perioden juni til september 1997 ble det samlet inn tre vannprøver av overflatevannet ved det dypeste punktet i Kalvatnet. Prøvene er samlet inn av oppdretter etter anvisning av Rådgivende Biologer as. Det ble også foretatt en befaring til Kalvatnet den 21. august 1997 der det i tillegg til vannprøvetaking også ble målt temperatur- og oksygenprofiler ved det dypeste punktet.

### SJIKTNINGSFORHOLD

Temperatur- og oksygenprofilene i Kalvatnet 21. august viste at det på denne tiden fremdeles var stabil sjiktning i vannsøylen (figur 4). Overflatetemperaturen lå da på vel 17 °C, temperatursprangskiktet lå på rundt 10 meters dyp, og i dypvannet var temperaturen vel 4 °C. Dette er en helt normal situasjon i en næringsfattig (oligotrof) innsjø på Vestlandet.

FIGUR 4: Temperatur- og oksygenprofiler i Kalvatnet ved befaringen 21. august 1997. Målingene er gjort med et YSI-instrument med nedsenkbar sonde over innsjøens dypeste punkt.



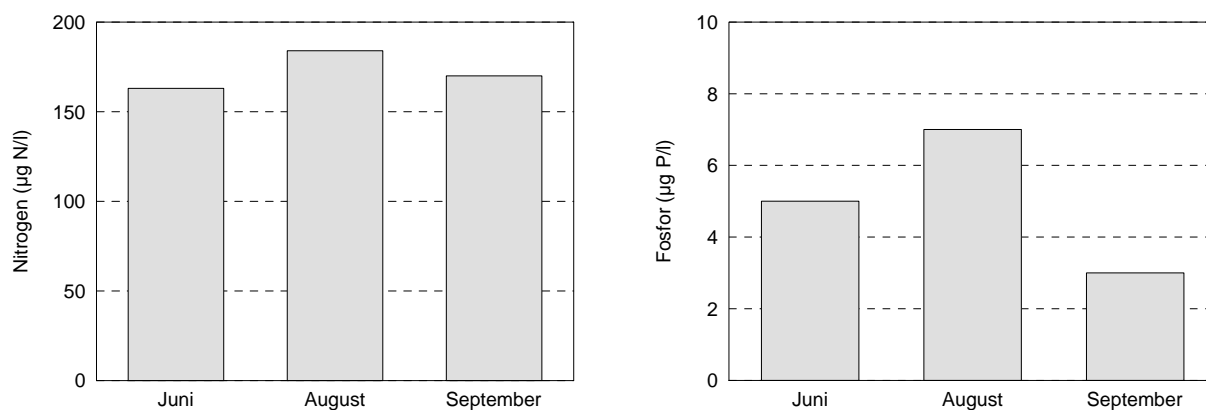
### VIRKNING AV TILFØRSLER AV ORGANISK MATERIALE

Oksygennivået i vannsøylen var ikke preget av oksygenvinn i dypvannet. I overflaten ble det ved befaringen målt vel 10 mg O/l, mens det like under temperatursprangskiktet på ti meters dyp økte til metning på over 12 mgO/l. Dette holdt seg til bunns (figur 4).

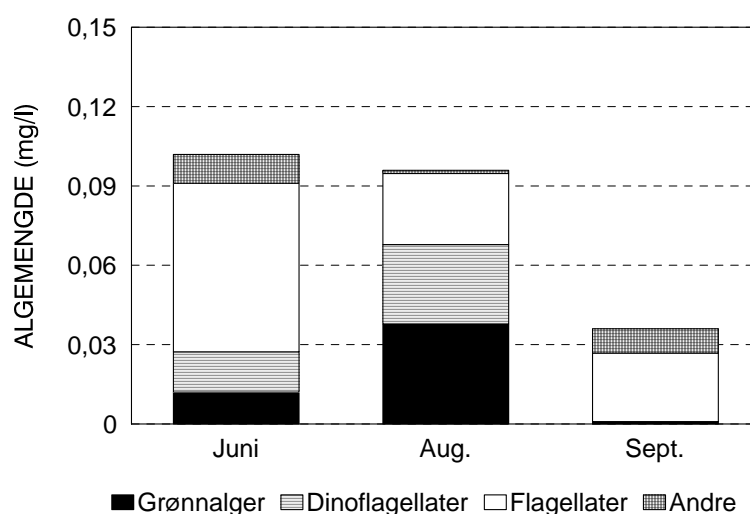
Det kjemiske oksygenforbruket i vannmassene var lavt. Klassifisert i henhold til SFTs vurdering av miljøkvalitet i ferskvann, tilsvarer en høyeste måling på 1,9 mg O/l (vedleggstabell 2) laveste tilstandsklasse I = "god". Ut fra disse betraktningene kan en slå fast at Kalvatnet ikke tilføres store mengder organisk materiale, verken fra naturlige tilførsler av humusstoffer eller fra bosettingen rundt vannet.

### VIRKNING AV NÆRINGSSTOFF TILFØRSLER

De tre foretatte målingene av næringsstoffene fosfor og nitrogen i 1997 i Kalvatnet viser lave verdier av fosfor med et gjennomsnitt på 5 : g/l. Dette tilsvarer tilstandsklasse I = "god" i SFTs klassifiseringssystem, Nitrogenkonsentrasjonene var tilsvarende lave, med et gjennomsnitt på 172 : g N/l som også tilsvarer tilstandsklasse I = "god" (figur 5, vedleggstabell 2).



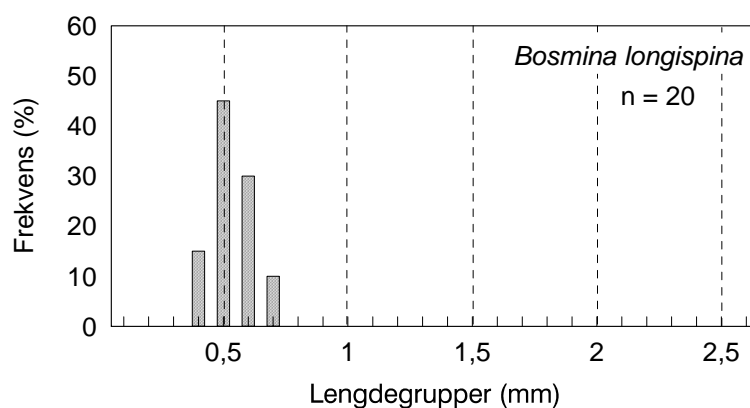
FIGUR 5: Målinger av næringsstoffet og totalnitrogen (til venstre) og totalfosfor (til høyre) i overflatevannprøver fra Kalvatnet sommeren 1997. Analysene er utført av det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services as i Bergen.



FIGUR 6: Månedlige algemengder i Kalvatnet sommeren 1997. Prøvene er tatt som blandprøver de øverste fem metrene ved det dypeste punktet i innsjøen. Analysene er utført av cand.real. Nils Bernt Andersen.

Både algemengdene og algetyperne som finnes i en innsjø gjenspeiler innsjøens næringsforhold. I Kalvatnet var algemengdene svært små (figur 6, vedleggstabell 4), og de reflekterer næringsfattige forhold. Også algetyperne er representative for slike innsjøer. Det ble også observert størst algemengder i juni, hvilket er det naturlige bildet for en næringsfattig innsjø, der algene blomstrer opp om våren og blir beitet ned av dyreplanktonet utover sommeren.

Dyreplanktonet i Kalvatnet bærer preg av at innsjøen er næringsfattig og har sannsynligvis en moderat bestand med planktonspisende småfisk. Dette understrekes av mangelen på store vannlopper og dominans av de små *Bosmina longispina* (figur 7, vedleggstabell 3).



FIGUR 7: Lengdefordeling av *Bosmina longispina* i Kalvatnet 21. august 1997.

## VURDERING AV TILSTAND OG RESIPIENTKAPASITET

Kalvatnet er en næringsfattig innsjø med klart vann. Innsjøen har en høy vanngjennomstrømming, og det meste av vannet tilføres fra Kopa kraftverk som ligger i sørenden av innsjøen. Den hyppige vannutskiftingen gir innsjøen en god resipientkapasitet, og den næringsfattige tilstanden gjør at den gjenværende resipientkapasiteten er god.

Kalvatnet hadde en meget god vannkvalitet i 1997, og for alle undersøkte forhold ble tilstanden klassifisert til beste klasse I = "god" i SFTs vurderingssystem for vannkvalitet i ferskvann (SFT 1992). Innsjøen er dermed næringsfattig ned mot forventet naturtilstand, den er med andre ord ikke synlig påvirket av tilførsler fra verken kloakk, landbruksavrenning eller fra fiskeanlegget.

Fosfor er vanligvis det avgrensende næringsstoffet for biologisk produksjon i innsjøer. Ut fra de utførte målingene av næringsstoffet fosfor, kan en beregne de samlede årlige tilførsler (Berge 1987; Rognerud mfl 1979) til å være rundt 1.000 kg fosfor, hvilket er omtrent 1,2g fosfor / m<sup>2</sup> innsjøoverflate. Med en grense for akseptable tilførsler på 2,2g fosfor / m<sup>2</sup> innsjøoverflate (figur 3), har innsjøen en gjenværende resipientkapasitet på 1g fosfor / m<sup>2</sup> innsjøoverflate. Dette tilsvarer 800 kg fosfor årlig. Selv med en slik økning i tilførsler, vil innsjøens tilstand ikke overskride SFTs tilstandsklasse II = "mindre god", hvilket er ført som grense for ønsket miljøkvalitet i innsjøer i forbindelse med utslippsløye fra tilsvarende oppdrettsanlegg i innsjøer.

Erfaringsmessig vil et anlegg med en førfaktor på rundt 1,2 ha et utslipp på 500 kg tørrstoff, 7 kg fosfor og 45 kg nitrogen for hvert tonn fisk som produseres (Håkanson mfl. 1988). Det betyr at et anlegg med konsesjonsramme på 50.000 fisk vil bidra med omtrent 30 kg fosfor til innsjøen årlig. Dersom konsesjonsrammen utvides til dagens maksimum for settefiskanlegg på hele 1.000.000 fisk, vil den årlige produksjonen ligge på oppunder 100 tonn fisk. En slik produksjon vil tilføre 700 kg fosfor årlig.

Det er således ingen ting i veien for at det foretas en utvidelse av konsesjonen når det gjelder innsjøens resipientkapasitet med hensyn på næringsstoff. Dersom en etablerer et større anlegg i innsjøen, anbefales det imidlertid å plassere merdene noe lenger ute slik at anlegget blir liggende over innsjøens dypvann. I dag ligger anlegget med maksimumsdyp på 12-15 meter, og dette bør økes til minimum 20 meter. Dette fordi et vesentlig større anlegg vil bidra med tilførsler av så mye organisk materiale at dette bør fordeles bedre i selv dypvannet. Et million-anlegg vil tilføre innsjøen mellom 40 og 50 tonn tørrstoff av organisk materiale årlig fra spillfôr og fiske-ekskremitter. Kalvatnet har halvparten av sitt volum på 20 millioner m<sup>3</sup> under 15 meters dyp, og dette dypvannet vil inneholde over 120 tonn oksygen etter våromrøringen. Innsjøen har således god kapasitet til å teoretisk sett å håndtere en slik omtalt tilførsel av organisk stoff.

En eventuell utvidelse av anlegget bør kombineres med en total utskifting av anlegget. Anlegget er i dag gammelt og relativt nedslitt, og risikoen for at det skal forekomme et havari ved deler av anlegget i forbindelse med for eksempel isgang, er absolutt tilstede.

## LITTERATUR

BERGE, D. 1987

Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofnivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1,5 - 15 meter. SFT rapport nr. 2001, 44 sider.

HÅKANSON, L., A.ERVIK, T.MÄKINEN & B.MÖLLER 1988.

Basic concepts concerning assessments of environmental effects of marine fish farms. Nordisk Råd 1988:90, 103 sider, København, ISBN 87-7303-239-5

NVE 1987

Avrenningskart over Norge. Referanseperiode 1.9.1930 - 31.8.1960. NVE. Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling, Kartblad nr. 1.

ROGNERUD, S., BERGE, D. & JOHANNESSEN, M. 1979.

Telemarkvassdraget, hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975 - 1979. NIVA rapport nr. O-70112, 82 sider.

SFT 1992

Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon. Statens forurensningstilsyn - veiledning nr. 92:06. ISBN 82-7655-085-1, 32 sider.

VOLLENWEIDER, R.A. 1976

Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrofication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 33, sidene 53-83.

## VEDLEGGSTABELLER

VEDLEGGSTABELL 1: Morfologisk beskrivelse av Kalvatnet, basert på dybdekartet i figur 2.

DYP/SJKT (meter)	AREAL (km <sup>2</sup> )	VOLUM (i mill m <sup>3</sup> )	VOLUM UNDER (i mill m <sup>3</sup> )
0	0,813	3,77	19,56
5	0,695	3,13	15,79
10	0,558	2,59	12,66
15	0,477	2,26	10,07
20	0,425	2,00	7,81
25	0,374	1,79	5,81
30	0,342	1,61	4,02
34	0,303	1,41	2,41
40	0,259	0,86	1,00
45	0,084	0,15	0,15
47	0,062	0	0,00

VEDLEGGSTABELL 2: Analyseresultat fra overflatevannprøver fra Kalvatnet i 1998. Prøvene er tatt ved det dypeste punktet i innsjøen, og analysene er utført av det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services as. i Bergen.

PARAMETER	ENHET	JUNI	JULI	SEPTEMBER	SNITT
Total fosfor	: g P / l	15	12	7	
Total nitrogen	: g N / l	218	183	103	
Kjemisk O-forbruk	mg O / l	1,36	1,95	2,05	
Jern	: g Fe/l	30	30	20	
Aluminium	: g Al/l	128	124	143	

VEDLEGGSTABELL 3: Dyreplanktonsammensetning i Kalvatnet 21.august 1997. Prøvene er samlet inn ved et vertikalt hovtrekk gjennom 20 meter av vannsøylen ved innsjøenes dypeste punkt, og analysert av cand.scient Erling Brekke.

VANNLOPPER (CLADOCERA)	
<i>Bosmina longispina</i>	22,65 %
<i>Bythotrepes longimanus</i>	0,02 %
<i>Holopedium gibberum</i>	1,89 %
<i>Polyphemus pediculus</i>	0,01 %
HOPPEKREPS (COPEPODA)	
<i>Arctodiaptomus laticeps</i>	0,58 %
<i>Cyclops scutifer</i>	0,64 %
<i>Cyclopoide nauplii</i>	74,22 %

VEDLEGGSTABELL 4: Algeresultater fra Kalvatnet ved tre tidspunkt sommeren 1997. Algeantall er oppgitt som millioner celler pr. liter og algevolum som mg pr. liter. Prøvene er tatt som blandeprøver fra 0-6 meters dyp. Prøvene er analysert av cand. real. Nils Bernt Andersen.

ALGETYPE	JUNI		AUGUST		SEPTEMBER	
	antall	volum	antall	volum	antall	volum
KISELALGER (Bacillariophyceae)						
<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	-	-	30600	0,0092
GRØNNALGER (Chlorophyceae)						
<i>Ankistrodesmus setigerus</i>	122000	0,0122				
<i>Crucigenia sp.</i>			107000	0,0015		
<i>Dictosphaerium sp.</i>					61200	0,0009
<i>Oocystis sp.</i>			61200	0,0069		
<i>Sphaerocystis sp.</i>			260000	0,0294		
KRYPTOALGER (Chryptophyceae)						
<i>Rhodomonas sp.</i>	15300	0,0015				
GULLALGER (Chrysophyceae)						
<i>Bitrichia sp.</i>	15300	0,0015				
<i>Mallomonas sp.</i>	15300	0,0077				
DINOFLAGELLATER (Dinophyceae)						
<i>Gymnodium sp.</i>			15300	0,0153		
<i>Peridinium sp.</i>	15300	0,0153				
<i>Ubestemte</i>			15300	0,0153		
FLAGELLATER OG MONADER						
Celler < 5: m	1458000	0,019	1452000	0,0189	1331000	0,0173
Celler > 5: m	398000	0,0447	76500	0,0086	76500	0,0086
SAMLET						
	2039200	0,1019	1987300	0,0959	1499300	0,036

